

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

Výběr vhodného autobusu pro příměstskou dopravu

Selection of a Suitable Bus for Suburban Transport

Student:

Pavel Němeček

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Ivana Olivková, Ph.D.

Ostrava 2012

Zadání bakalářské práce

Student: **Pavel Němeček**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **2301R003 Dopravní technika a technologie**
Téma: **Výběr vhodného autobusu pro příměstskou dopravu**
Selection of Suitable Bus for Suburban Transport

Zásady pro vypracování:

Cíl: Na základě porovnání vybraných parametrů autobusů provést výběr vhodného vozidla pro příměstskou autobusovou dopravu.

Osnova:

1. Úvod
2. Analýza typů autobusů pro příměstskou autobusovou dopravu
3. Určení parametrů vozidel pro porovnání
4. Porovnání vozidel a jejich parametrů
5. Vyhodnocení a výběr vhodného vozidla pro příměstskou autobusovou dopravu
6. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

Surovec, P. Provoz a ekonomika silniční dopravy I. Ostrava: VŠB-TU Ostrava. 2000. ISBN – 80-7078-735-X
Folprecht, J., Křivda, V., Frič, J., Olivková, I. Městská hromadná doprava (vybrané statě). Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava. 1. vyd. Ostrava. 2005. 124 s. ISBN 80-248-0769-6.
Interní materiály firmy TQM s.r.o.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Ivana Olivková, Ph.D.**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012



doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu

V Ostravě 21.5.2012

Němček

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- беру на ве́доміі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO , která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́доміі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 21.5.2012

Němicek

podpis studenta

Adresa trvalého pobytu studenta:

Pavel Němeček

V. Vacka 1672/13

708 00 Ostrava – Poruba

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

NĚMEČEK, P. *Výběr vhodného autobusu pro příměstskou dopravu: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2012, 38 s. Vedoucí práce: Olivková, I.

Bakalářská práce se zabývá výběrem vhodného autobusu pro příměstskou dopravu na severní Moravě a ve Slezsku. V první části práce se zabývám analýzou typů autobusů pro příměstskou autobusovou dopravu. V této části jsou vybrána vozidla, které jsou vzájemně porovnávány. V druhé části jsou vybrány parametry těchto vozidel k porovnání. Zde jsou vybrány jak technické, tak ekonomické parametry. Dále se provádí samotné porovnání jejich parametrů a určení vah kritérií vybranými metodami. Posledním krokem práce je vyhodnocení a výběr vozidla pro příměstskou dopravu. Zde jsou zhodnoceny výsledky předchozího kroku a je vybráno vítězné vozidlo z porovnání.

ANNOTATION OF THESIS

NĚMEČEK, P. *Selection of a Suitable Bus for Suburban Transport: bachelor thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of engineering, Institute of transport, 2012, 38 s. Thesis head: Olivková, I.

This thesis deals with the selection of a suitable bus for commuter traffic in North Moravia and Silesia. The first part deals with the analysis of the types of buses for commuter bus service. In this section are chosen vehicles that are mutually compared. In the second part are chosen the parameters of these vehicles to compare. Here are selected, both technical and economic parameters. Furthermore, does the actual comparison of their parameters and determine the weights of the criteria by selected methods. The last step of the work is to evaluate and choice of vehicle for commuter traffic. Here are the evaluated the results of the previous step and the winning vehicle from comparison is chosen.

Obsah

Seznam použitých zkratk	8
1. Úvod	9
1.1. Výhody a nevýhody autobusové dopravy	9
1.1.1. Výhody	9
1.1.2. Nevýhody	9
1.2. Historie autobusové dopravy	10
1.3. Rozdělení autobusů.....	12
1.3.1. Rozdělení podle použití.....	12
1.3.2. Rozdělení podle karoserie	12
1.3.3. Rozdělení podle provedení	12
1.4. Informace o dopravci	13
2. Analýza typů autobusů pro příměstskou autobusovou dopravu	14
2.1. SOR	14
2.1.1. SOR CNG 12.....	14
2.1.2. SOR CN 10.5.....	15
2.1.3. SOR C 9.5	16
2.2. Irisbus Iveco	17
2.2.1. Irisbus Iveco Crossway LE Line 12M.....	17
2.2.2. Irisbus Iveco Crossway 12M.....	18
2.2.3. Irisbus Iveco Crossway 10.6 M.....	19
2.3. Mercedes Benz	20
2.3.1. Mercedes Benz Citaro LE Ü	20
2.3.2. Mercedes Benz Integro	21
3. Určení parametrů vozidel pro porovnání	23
3.1. Šířka dveřního prostoru	23
3.2. Nástupní výška	23
3.3. Obsaditelnost	24
3.4. Motor	24
3.5. Palivo	24
3.6. Autorizovaný servis společnosti	25
3.7. Pořizovací cena.....	25

3.8. Spotřeba PHM	25
4. Porovnání vozidel a jejich parametrů	26
4.1. Hodnocení kritérií.....	26
4.2. Určení vah kritérií.....	34
5. Vyhodnocení a výběr vhodného vozidla pro příměstskou autobusovou dopravu ...	41
6. Závěr.....	46
Literatura	49
Seznam příloh	51

Seznam použitých zkratek

MHD městská hromadná doprava

CNG stlačený zemní plyn

LPG zkapalněný zemní plyn

PHM pohonné hmoty

1. Úvod

Autobusy jsou nezávislé dopravní prostředky, vyznačující se velkou přizpůsobivostí a pružností při změnách přepravních nároků v rámci hromadné osobní dopravy. Konstrukce a vybavení autobusů umožňuje zvýšit obsaditelnost zvětšením prostoru pro stojící cestující a snížením počtu sedadel. Používá se ve všech dopravních sítích městské hromadné dopravy jako jediný dopravní prostředek, nebo jako integrovaná součást dopravních systémů hromadné osobní dopravy. V případě poruch může autobusová doprava, vzhledem k své nezávislosti na dopravní cestě, nahradit jiný druh dopravy.

1.1. Výhody a nevýhody autobusové dopravy

1.1.1. Výhody

- volnost pohybu po cestách, nezávislost na přívodu energie
- největší operativnost v provozu, v případě poruchy na trase lze vykonat změnu ve vedení trasy v relativně krátkém čase
- možnost zastavení u chodníku a tím zajistit větší bezpečnost cestujících při příchodu k zastávce
- možnost rozložení přepravního proudu do různých tras v závislosti na komunikační síti oblasti
- vzhledem na dobré adhezni vlastnosti autobusů je větší možnost vedení tras na velkých sklonových poměrech

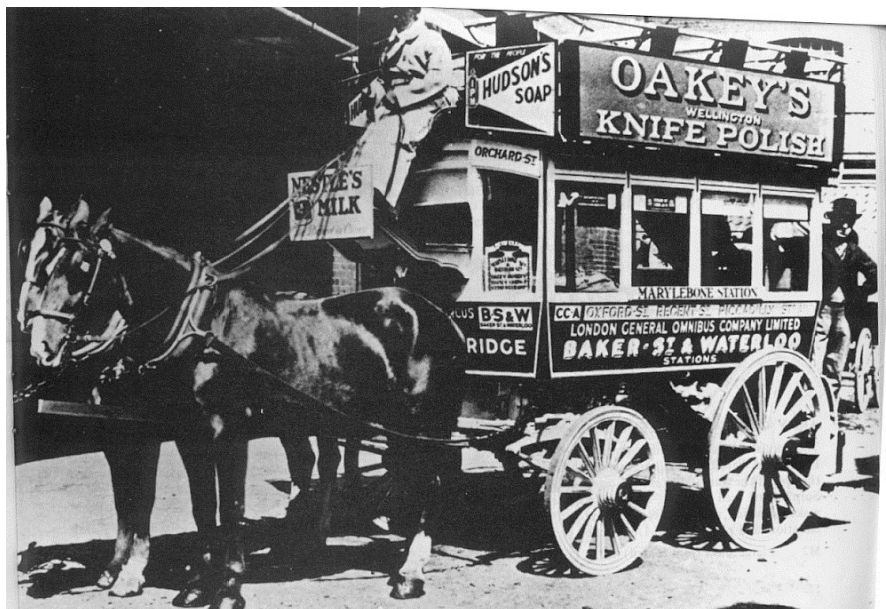
1.1.2. Nevýhody

- poměrně malá obsaditelnost
- podléhá všem vlivům ostatní silniční dopravy
- menší přetížitelnost ve špičce ve srovnání s tramvajovou dopravou
- výrazně negativní vlivy na životní prostředí
- celkově nejmenší ekonomická a technická životnost

1.2. Historie autobusové dopravy

Kořeny veřejné osobní dopravy sahají hluboko do naší historie. Po osobní potřebu byla využívána především nosítka. Další příkladem pak mohou být různé formy dvojkolek, které byly taženy převážně lidskou silou. Tento druh dopravy je dodnes využíván například v Asii pod názvem rikša. Dalším důležitým prvkem v dopravě byla říční doprava. Místní převozníci tak využívali skutečnosti, že většina významných měst vznikala podél řek. Na svých lodích či pramicích proto po řece převáželi místní obyvatelé a jsou tak také důležitým článkem v historii osobní dopravy.

Historické dopravní prostředky ale nemůžeme považovat za vozidla, která by přepravila větší počet osob. Jako první, skutečně hromadný dopravní prostředek ve městech, byl omnibus, tedy provoz pro hromadnou přepravu osob ve městě. Již v roce 1662 byl zaveden zkušební provoz prvních omnibusů. Protože měly předem stanovený jízdní řád a platilo se v nich jednotné jízdné, měly charakter městské hromadné dopravy (MHD). I přesto, že první omnibusy začaly pravidelně vyjíždět již v 17. století, za skutečný počátek jejich provozu je považován rok 1819. Za necelých deset let v Paříži pravidelně vyjíždělo z deseti stanic sto omnibusů. V Londýně začaly být omnibusy provozovány v roce 1829.



Obr. č. 1.1 – Omnibus

Ve stejném roce dostal jeden z největších pražských povozníků Jakub Chocenský povolení na provoz prvního omnibusu v Praze. Již po roce užívání byl ale provoz zastaven a omnibus byl využíván jen pro příležitostnou dopravu. Rok 1845 pak pro Prahu znamenal znovu obnovení pravidelného užívání omnibusu a o dva roky později již bylo vypravováno celkem 5 pravidelných linek.

Rok 1885 znamenal velký průlom ve vývoji dopravy. V tomto roce byl vyroben tricyklo - vůbec první motorový vůz poháněný Ottovým spalovacím motorem, jež sestavil Karl Benz. Ve stejnou dobu také Gottliebem Daimlerem sestrojil první motocykl. Tyto dva vynálezy tak započaly éru motorizmu a hlavně automobilizmu. O deset let později byl poprvé představen první automobilový omnibus pro osm pasažérů, který se v provozu poprvé objevil v Londýně v roce 1904. Ihned po svém představení a uvedení do provozu se omnibus velmi osvědčil a tím také proslavil.

Již v roce 1908 byla v Praze zavedena autobusová doprava, která ale neměla dlouhého trvání. Kvůli velice malému výkonu motoru byla snaha o zavedení tohoto druhu dopravy neúspěšná a dalšímu rozvoji také zabránila první světová válka. Když byla Praha v roce 1922 rozšířená o 37 okolních obcí, bylo nutno zavést městskou hromadnou dopravu. Trvalý provoz tak začal fungovat v roce 1925. Z počátku jezdily autobusy pouze v okrajových částech města, ale díky vysokým nárokům a poptávce obyvatel byl provoz rozšířen také do centra, kde doplnil tramvajové síť.



Obr. č. 1.2 – První typ pražských autobusů L&K z roku 1908

1.3. Rozdělení autobusů

1.3.1. Rozdělení podle použití

- a. Městský – vyznačují se větším počtem dveří, obvykle tři až čtyři, mají více míst k stání oproti místům k sezení. Je vybaven madly a tyčemi pro bezpečnost stojících cestujících za jízdy. Obvykle se zde nachází místo vyhrazené pro jeden a více kočárků nebo místo pro tělesně postižené.
- b. Příměstský – konstrukce těchto autobusů se vyznačuje menším počtem dveří, obvykle dvoje, ale mohou být pouze jedny a větším počtem míst k sezení a pohodlnějšími sedadly v porovnání s městskými autobusy.
- c. Dálkový – tyto autobusy mají pohodlná nastavitelná sedadla vzhledem k dálkovým jízdám, ke kterým je tento typ autobusu využíván. Zvýšená podlaha umožňuje využití zavazadlového prostoru pro zavazadla cestujících. Autobusy mají komfortnější výbavu, jako je televize, klimatizace, sociální zařízení apod.

1.3.2. Rozdělení podle karoserie

- a. Malý autobus – obsaditelnost 9 až 22 míst
 - Minibus – obsaditelnost 9 až 16 míst
 - Midibus – obsaditelnost 17 až 22 míst
- b. Velký autobus – obsaditelnost 23 a více míst

1.3.3. Rozdělení podle provedení

- a. Kloubový – dvoudílná karoserie
- b. Dvoupodlažní – prostor pro cestující ve dvou podlažích [1]

1.4. Informace o dopravci

TQM s.r.o. je společnost zabývající se osobní a nákladní dopravou, komplexními logistickými službami, servisní, opravárenské, metrologické a kontrolní činnosti se sídlem v Opavě.

Z hlediska osobní dopravy společnost zajišťuje příměstskou dopravu na severní Moravě a ve Slezsku. Její vozový park čítá 67 vozidel, jejichž délka je od 9,5 metrů do 12 metrů. Průměrné stáří těchto vozidel je 7,5 roku a celková ujetá vzdálenost vozidel za rok je 4,7 mil. km.

Společnost disponuje vlastním autorizovaným servisem značek Iveco, Irisbus a SOR, dále lze servisovat přívěsy a návěsy všech typů a značek, také ostatní typy vozidel, jako osobní, dodávkové nebo speciální dopravní techniky stavební, lesní a vojenské. [2]

2. Analýza typů autobusů pro příměstskou autobusovou dopravu

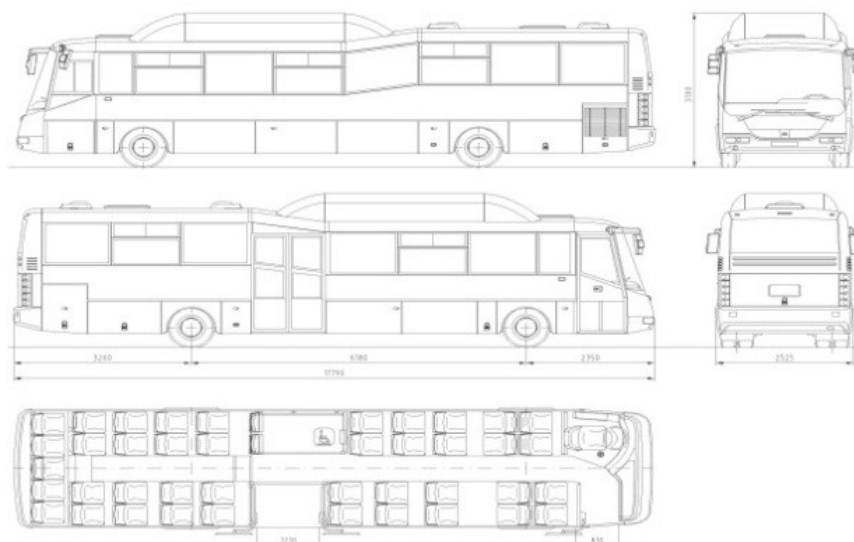
2.1.SOR

Společnost SOR Libchavy s.r.o. vznikla v roce 1991 s podnikatelským záměrem zabývat se vývojem, výrobou, prodejem a servisem malých autobusů. Vedení společnosti se rozhodlo pro vývoj 7,5 metru dlouhého autobusu, který by používal karoserii i podvozek vlastní konstrukce a hnací agregáty od renomovaných světových výrobců. Vývojové práce byly zahájeny koncem roku 1992 a již koncem roku 1993 vyjel první prototyp s motorem Perkins a samočinnou převodovkou Voith. S postupujícím časem byly uváděny na trh i prodloužené verze.

Je významný český výrobce autobusů, který nabízí moderní typy autobusů a trolejbusů dle modelových řad i nestandardní provedení na přání klientů. V současné době vyrábí autobusy v délce 8,5m, 9,5m, 10,5m, 12 m, 13,5m a 18m v provedení pro městský, meziměstský a dálkový provoz. Společnost zaznamenává obchodní úspěchy na domácím i zahraničním trhu. Dále zajišťuje servis, opravy a prodej náhradních dílů pro autobusy značky SOR. [3]

2.1.1. SOR CNG 12

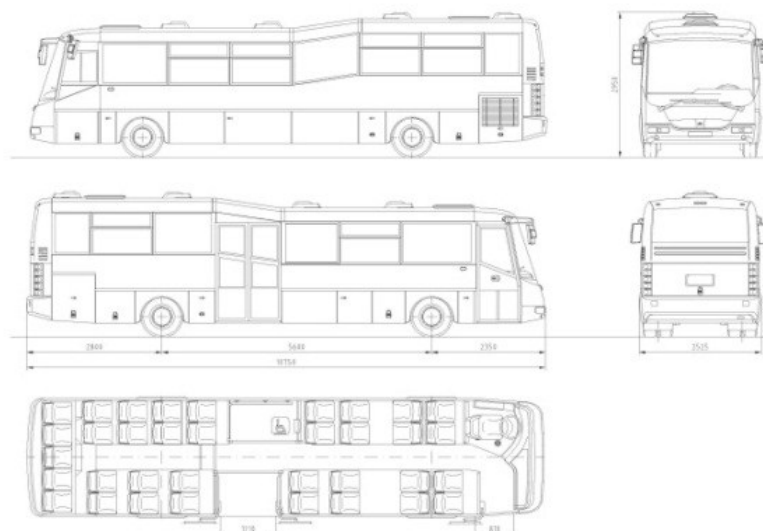
Meziměstský nízkopodlažní autobus SOR CNG 12 (Obr. č. 2.1.) je dvounápravový dvoudveřový autobus určený pro hromadnou přepravu osob na kratší až střední vzdálenosti v linkovém provozu. Tomu odpovídá rozmístění sedadel s prostorem pro dětský kočárek nebo vozík pro invalidy. Délka autobusu je 11 790 mm, šířka 2 525mm a výška 3 180 mm. Šířka dveřního prostoru je 800 mm u předních dveří, 1 200mm u zadních dveří a nástupní výška činí 320 mm. Autobus má celkovou přepravní kapacitu 83 osob, z toho 41 míst k sezení a 42 míst ke stání. Maximální přípustná hmotnost autobusu je 16,5 tun. Použitý motor je značky Iveco CURSOR 8 CNG o výkonu 213 kW s emisní normou EURO V, poháněný stlačeným zemním plynem. Je vybaven šestistupňovou plně synchronizovanou mechanickou převodovkou ZF 6 S. [4], [5]



Obr. č. 2.1 – Schéma autobusu SOR CNG 12

2.1.2. SOR CN 10.5

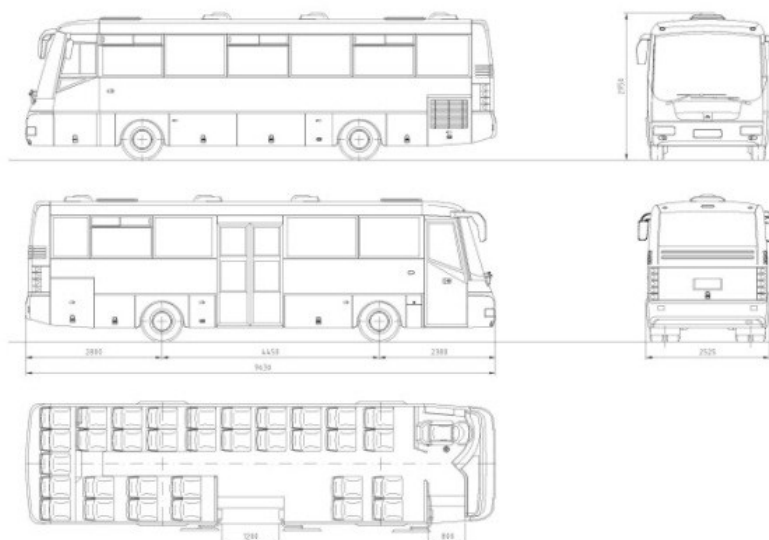
Meziměstský nízkopodlažní autobus SOR CN 10,5 (Obr. č. 2.2.) je střední dvounápravový dvoudveřový autobus určený pro hromadnou přepravu osob na kratší vzdálenosti v linkovém provozu. Tomu odpovídá rozmístění sedadel s prostorem pro dětský kočárek, nebo invalidní vozík pro přepravu tělesně postižených osob. Délka autobusu je 10 750 mm, šířka 2 525 mm a výška 2 950 mm. Šířka dveřního prostoru je 800 mm u předních dveří, 1 200 mm u zadních dveří a nástupní výška činí 320 mm. Autobus má celkovou přepravní kapacitu 75 osob, z toho 35 míst k sezení a 40 míst ke stání. Maximální přípustná hmotnost autobusu je 15 tun. Použitý motor je značky IVECO Tector NEF o výkonu 185 kW s emisní normou EURO V. Je vybaven mechanickou převodovkou s automatizovaným řízením ZF 6 AS. [6], [7]



Obr. č. 2.2 – Schéma autobusu SOR CN 10.5

2.1.3. SOR C 9.5

Meziměstský autobus SOR C 9,5 (Obr. č. 2.3.) je střední dvounápravový dvoudveřový určený pro hromadnou přepravu osob na kratší vzdálenosti v linkovém provozu. Tomu odpovídá rozmístění sedadel s prostorem pro dětský kočárek nebo invalidní vozík pro přepravu tělesně postižených osob. Délka autobusu je 9 360 mm, šířka 2 525 mm a výška 2 950 mm. Šířka dveřního prostoru je 800 mm u předních dveří, 1 200 mm u zadních dveří a nástupní výška činí 340 mm. Autobus má celkovou přepravní kapacitu 62 osob, z toho 34 míst k sezení a 28 míst k stání. Maximální přípustná hmotnost autobusu je 15 tun. Použitý motor je značky IVECO Tector NEF o výkonu 185 kW s emisní normou EURO V. Na přání je vybaven mechanickou převodovkou s automatizovaným řízením ZF 6 AS. [8], [9]



Obr. č. 2.3 – Schéma autobusu SOR C 9.5

2.2.Irisbus Iveco

Irisbus Iveco je mezinárodní společnost, která nabízí kompletní a neustále se rozvíjející řadu autobusů a autokarů. Po mnoho let se Irisbus Iveco stará o životní prostředí tím, že neustále zvyšuje investice do výzkumu a vývoje ekologicky šetrných vozidel. Společnost vznikla sloučením dvou skupin výrobců autobusů, a to Iveco a Renault, později se také připojil krachující Ikarus. Irisbus je 2. největší výrobce autobusů v Evropě. Hlavní výrobní závod celé skupiny se nachází ve francouzském Annonay (bývalý Renault) a v italském Valle Ufita, další výrobní závody jsou i jinde ve Francii, ale například také i ve Vysokém Mýtě, kde je závod firmy Karosa, která se nyní jmenuje Iveco Czech Republic. [10]

2.2.1. Irisbus Iveco Crossway LE Line 12M

Meziměstský autobus Irisbus Iveco Crossway LE LINE 12M (Obr. č. 2. 4.) z koncernu IRISBUS IVECO je nízkopodlažní v přední polovině autobusu, což umožňuje nabídnout cestujícím maximum komfortu při nastupování a současně zachovat cenovou dostupnost autobusu pro jeho provozovatele. Autobus je výborně použitelný v provozu s vysokým podílem dopravy městského charakteru. Při výrobě byl velký důraz zaměřen na ohleduplnost k životnímu prostředí, bezpečnost, komfort a snadný přístup. Délka autobusu je 11 995 mm, šířka 2 550 mm a výška 3 125 mm. Šířka dveřního prostoru je 800 mm u

předních dveří, 1 200 mm u zadních dveří a nástupní výška činí 320 mm v přední části a 330 mm v zadní části. Autobus má celkovou přepravní kapacitu 91 osob, z toho 49 míst k sezení a 41 míst k stání. Maximální přípustná hmotnost autobusu je 17,8 tun. Autobus je na přání vybaven motorem značky IVECO Cursor 8 o výkonu 243 kW s emisní normou EURO V a automatickou převodovkou ZF 6 HP. [11], [12]



Obr. č. 2.4 – Irisbus Iveco Crossway LE Line 12M

2.2.2. Irisbus Iveco Crossway 12M

Meziměstský autobus Irisbus Iveco Crossway 12.8 M (Obr. č. 2.5.) je novinkou na trhu meziměstských autobusů, který je výsledkem nových technologií a vysoké kvality, spolehlivosti. Vozidlo klade důraz především na bezpečnost. Také proto byl autobus Crossway koncipován, stejně jako celá výrobní řada Irisbus v souladu s nejpřísnějšími evropskými normami. Délka autobusu je 11 995 mm, šířka 2 550 mm a výška 3 360 mm. Šířka dveřního prostoru je 800 mm a nástupní výška činí 339 mm. Autobus má celkovou přepravní kapacitu 92 osob, z toho 53 míst k sezení a 49 míst k stání. Maximální přípustná hmotnost autobusu je 18 tun. Autobus je na přání vybaven motorem značky IVECO Cursor 8 o výkonu 243 kW s emisní normou EURO V a automatickou převodovkou ZF 6 HP. [11], [13]



Obr. č. 2.5 – Irisbus Iveco Crossway 12.8 M

2.2.3. Irisbus Iveco Crossway 10.6 M

Meziměstský autobus Irisbus Iveco Crossway 10.6 M (Obr. č. 2.6.) je určen pro přepravu osob na středních a delších tratích. Vůz je vybaven ergonomickými sedadly, která mají zcela novou koncepci. Zaručen je také tepelný komfort, protože autobus je vybaven samostatně programovatelným nezávislým topením. Délka autobusu je 10 710 mm, šířka 2 550 mm a výška 3 360 mm. Šířka dveřního prostoru je 800 mm, a to u zadních i předních dveří, nástupní výška činí 339 mm u obou dveří. Autobus má celkovou přepravní kapacitu 86 osob, z toho 45 míst k sezení a 41 míst k stání. Maximální přípustná hmotnost autobusu je 18 tun. Autobus je na přání vybaven motorem značky IVECO Cursor 8 o výkonu 243 kW s emisní normou EURO V a automatickou převodovkou ZF 6 HP. [11], [14]



Obr. č. 2.6 – Irisbus Iveco Crossway 10.6 M

2.3.Mercedes Benz

Mercedes Benz je německá firma sídlící ve Stuttgartu v Německu, vyrábějící automobily, nákladní vozidla, tahače a autobusy. Vznikla v roce 1926 spojením Daimler – Motoren – Gesellschaft, kterou vlastnil Gottlieb Daimler a Benz & Cie, vlastněnou Karlem Benzem. V roce 1895 společnost Benz postavila první benzínem poháněný automobilový omnibus na světě. [15]

2.3.1. Mercedes Benz Citaro LE Ü

Mercedes Benz Citaro LE Ü (Obr. č. 2.7.) je komfortní nízkopodlažní autobus určený pro přepravu osob na střední i delší vzdálenosti. Délka autobusu je 12 040 mm, šířka 2 550 mm a výška 3 318 mm. Šířka dveřního prostoru je 780 mm u předních dveří a 1 250 mm u zadních dveří, nástupní výška činí 320 mm u předních dveří, 340 mm u zadních dveří. Autobus má celkovou přepravní kapacitu 83 osob, z toho 45 míst k sezení a 38 míst k stání. Maximální přípustná hmotnost autobusu je 18 tun. Autobus je na přání vybaven motorem značky Mercedes Benz OM 457 hLA o výkonu 260 kW s emisní normou EURO V a automatickou převodovkou ZF 6 HP. [16], [17]



Obr. č. 2.7 – Mercedes Benz Citaro LE Ů

2.3.2. Mercedes Benz Integro

Mercedes Benz Integro (obr. č. 2.8) je nízkopodlažní autobus vhodný pro linkovou obsluhu příměstského provozu, ale také linkový provoz na velké vzdálenosti. Je vhodný také pro zájezdy a kyvadlovou dopravu. Délka autobusu je 12 140 mm, šířka 2 550 mm a výška 3 355 mm. Šířka dveřního prostoru je 780 mm u předních dveří a 1 380 mm u zadních dveří, nástupní výška činí 350 mm u předních dveří, 365 mm u zadních dveří. Autobus má celkovou přepravní kapacitu 72 osob, z toho 53 míst k sezení a 19 míst k stání. Maximální přípustná hmotnost autobusu je 18 tun. Autobus je na přání vybaven motorem značky Mercedes Benz OM 457 hLA o výkonu 260 kW s emisní normou EURO V a automatickou převodovkou ZF 6 HP. [18], [19]



Obr. č. 2.8 – Mercedes Benz Integro

3. Určení parametrů vozidel pro porovnání

Parametry dopravních prostředků v hromadné osobní dopravě nebývají vždy stejné. Díky jejich odlišnostem je lze mezi sebou porovnávat a vyhodnocovat. Z hodnocení lze poté stanovit, který z dopravních prostředků, z porovnávané skupiny, je nejlepší.

3.1. Šířka dveřního prostoru

Jedním z vybraných parametrů k porovnání je šířka dveřního prostoru. S velikostí tohoto rozměru souvisí snazší nástup a výstup cestujících. Větší počet dveří znamená rychlejší výměnu cestujících ve vozidle, a tak dochází ke zkrácení času stání na zastávce. Počet dveří vozidla je odvozen od způsobu jeho používání. V provozu na pravidelné lince hromadné osobní dopravy, kde součinitel výměny cestujících $\eta_v > 3$, je nutné použít konstrukční uspořádání minimálně s třemi dveřmi. Jestliže se součinitel výměny cestujících pohybuje v rozmezí $2,1 < \eta_v < 3$, tak je v provozu vyhovující dvoudveřové vozidlo, a pokud se součinitel výměny cestujících pohybuje v rozmezí $1 < \eta_v < 2$, tak je v provozu vyhovující jednodveřové vozidlo.[20]

K porovnání parametrů v mé práci byly vybrány autobusy se dvěma dveřmi, protože se jedná o příměstskou dopravu, kde součinitel výměny cestujících nepřesahuje hodnotu tři. Protože jednotlivá vozidla vybrána k porovnání nemají vždy stejnou šířku dveřního prostoru, je zvlášť hodnocen přední a zadní dveřní prostor.

3.2. Nástupní výška

Tento parametr je důležitý z hlediska pohodlí cestujících, zejména pro osoby se sníženou pohyblivostí a cestující s kočárky. Malá nástupní výška znamená také rychlejší možnost výměny cestujících. U novějších autobusů lze využít funkce kneeling, což znamená, že vozidlo sníží nástupní hranu a tím umožní lepší nástup a výstup cestujících. Z technického hlediska jde o upuštění vzduchu z měchů pérování na jedné straně vozidla a dochází tak k naklonění k chodníku.

3.3. Obsaditelnost

Obsaditelnost udává, kolik osob může být umístěno ve vozidle v konkrétním daném okamžiku. Udává se v počtu míst, který je součet počtu míst k sedění a počtu míst k stání.

Normální, neboli normovaná obsaditelnost, je používána při technologických výpočtech, nebo při plánování, návrhu a řízení dopravních systémů. Hodnota této obsaditelnosti je 0,2 až 0,25 m² užité plochy na jedno místo určené k stání, což je asi 5 až 4 osoby na 1 m² a 0,315 m² užité plochy na jedno místo k sedění.

Maximální obsaditelnost se vypočítává z užitečné hmotnosti a průměrné hmotnosti jednoho cestujícího. V městské hromadné dopravě se používá průměrná hmotnost cestujícího 70 kg, v příměstské a dálkové dopravě 80 kg, kde se zohledňují i zavazadla, které má cestující sebou. Tato hodnota obsaditelnosti je 0,125 m² užité plochy na jedno místo určené k stání, což je asi 8 osob na 1 m² a 0,315 m² užité plochy na jedno místo k sedění. [21]

3.4. Motor

Tento parametru udává poměr maximální přípustné hmotnosti a výkonu motoru, to znamená, jaká hmotnost v kilogramech spadá na 1 kW výkonu motoru. U porovnávaných modelů autobusů byly vybírány nabízené motory s nejvyšším výkonem. Tyto motory pak splňují normu EURO 5.

3.5. Palivo

Palivo je nedílnou součástí pohonu dopravních prostředků. Dělí se na konvenční paliva, například benzín nebo nafta a alternativní paliva, například stlačený zemní plyn (CNG) nebo zkapalněný zemní plyn (LPG).

Pro pohon autobusů je nejrozšířenějším palivem nafta, v poslední době se ale začínají čím dál tím více prosazovat alternativní paliva, jako je CNG, pohon na vodíkové palivové články nebo bioethanol.

Mezi vybranými autobusy, které budou porovnávány, se nachází jedno vozidlo s pohonem na CNG, zbytek vozidel je poháněno klasickým vznětovým motorem. Výhoda pohonu na CNG je zejména ve snížení nákladů na PHM až o 35%. Další výhodou pořízení vozidla na CNG je v možnosti získání dotací na nákup vozidla.

3.6. Autorizovaný servis společnosti

Vlastnictví, případně vzdálenost nejbližšího autorizovaného servisu je důležitým kritériem z hlediska volby značky dopravního prostředku. Jelikož zakoupené vozidlo je vždy v záruční době, je nutné jej servisovat v autorizovaných servisech dané značky.

Společnost TQM s.r.o. disponuje vlastním autorizovaným servisem značek Iveco, Irisbus a SOR, proto je u tohoto parametru hodnoceno, zda lze dané značky vozidel servisovat ve vlastním autorizovaném servisu.

3.7. Pořizovací cena

Pořizovací cena je důležitou součástí nákladů na provoz vozidla. Ty pak představují spotřebu živé a zvěcnělé práce vyjádřenou v penězích vynaložením na určitou činnost směřující ke konečnému efektu podniku za určité časové období za typických podmínek reprodukčního procesu. [20]

Pořizovací cena se odvíjí od výbavy vozidla, kterou si zvolí dopravce. Zmíněné ceny vozidel jsou za základní modely. Dále také cenu může nastavovat prodejce v závislosti na tom, kolik autobusů si provozovatel pořizuje.

3.8. Spotřeba PHM

Spotřeba PHM je další součástí již zmiňovaných nákladů na provoz vozidla. Z hlediska stále se zvyšující ceny konvenčních paliv je důležitým faktorem rozhodování pro koupi vozidla. Velikost spotřeby ovlivňuje styl jízdy řidiče, množství cestujících, kteří se právě nacházejí ve vozidle a také sklonové poměry dopravní cesty, po které vozidlo obsluhuje linku.

4. Porovnání vozidel a jejich parametrů

Porovnání vozidel a jejich parametrů probíhá tak, že vybrané parametry (kritéria) jsou nejprve obodovány, poté je stanovena váha vybraných parametrů, která se poté s body vynásobí a vzniknou tak vážené body. Ty jsou poté sečteny a vznikne tak výsledný počet bodů pro každé vozidlo.

4.1. Hodnocení kritérií

Pro ohodnocení parametrů jsem zvolil metodu bodovací, jelikož se vyznačuje tím, že lze uplatnit pro hodnocení kvantitativních i kvalitativních kritérií. Díky tomu lze stanovit relativní hodnotu kvalitativní kritérií, protože se touto metodou převedou přibližně na kvantitativní kritéria. Další výhodou bodovací metody je ta, že kvantitativní kritéria měřená v různých jednotkách lze převést na společného jmenovatele, to znamená bodovací jednotky. Všechna kritéria jsou pak vyjádřena v počtech bodů.

Postup je takový, že kritéria jsou bodována v rozsahu 0 až 100, kde 100 bodů obdrží parametr, který je v dané skupině parametrů ze všech nejlepší. Další body jsou přiřazovány podle vztahů (4.1) a (4.2), Tyto vztahy jsou vyjádřeny pro parametry s přímou a nepřímou úměrou. Přímá úměra znamená, že vyšší hodnota daného parametru je lépe hodnocena, například obsaditelnost.

$$x = \frac{100 \cdot par_x}{par_{max}} \quad (4.1)$$

kde je

x ... počet bodů právě bodovaného parametru

par_x ... hodnota právě bodovaného parametru

par_{max} ... parametr s nejvyšší hodnotou

100 ... počet bodů přidělených nejlepšímu parametru

Opakem je pak nepřímá úměra, kde nižší hodnota daného parametru znamená lepší hodnocení, například nástupní výška.

$$x = \frac{100 \cdot par_{max}}{par_x} \quad (4.2)$$

kde je

x ... počet bodů právě bodovaného parametru

par_x ... hodnota právě bodovaného parametru

par_{max} ... parametr s nejnižší hodnotou

100 ... počet bodů přidělených nejlepšímu parametru

Bodování kvalitativních parametrů, jako je palivo či autorizovaný servis, jsou bodovány na základě mého odhadu.

Šířka dveřního prostoru

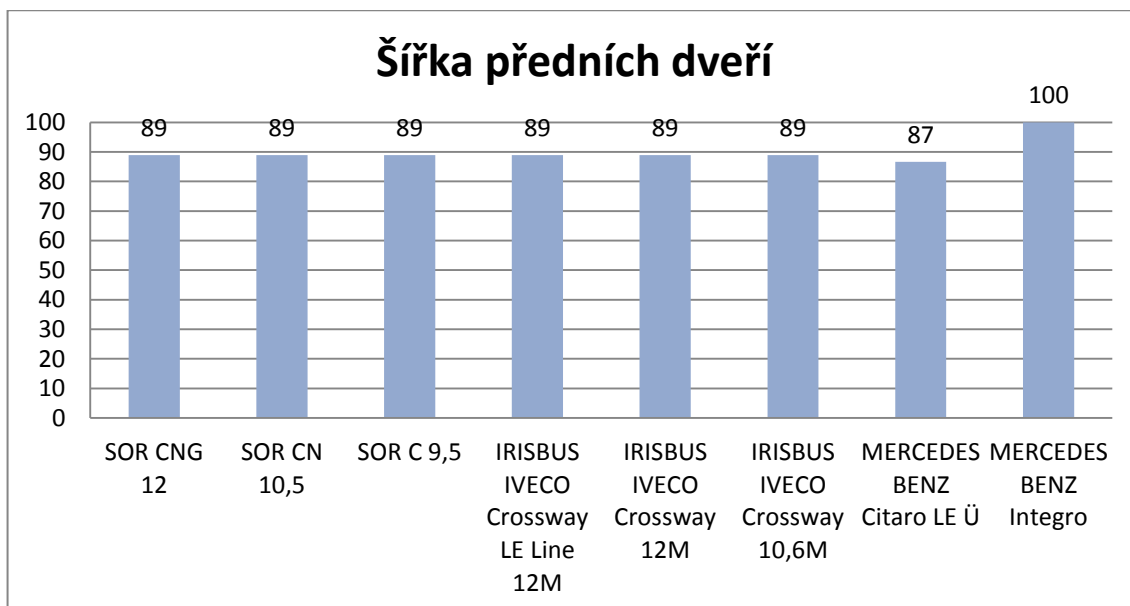
Příklad pro výpočet bodového ohodnocení šířky předního a zadního dveřního prostoru je vypočten podle vztahu (4.1) a je proveden pro autobus SOR CNG 12. Rozměr předního dveřního prostoru je 800 mm a zadního dveřního prostoru 1 200 mm. K výpočtu je dále třeba znát autobus s největším předním a zadním prostorem, v tomto případě je to Mercedes Benz Integro. Jeho rozměry jsou 900 mm pro přední a 1 380 mm pro zadní dveřní prostor.

$$x_{SOR\ CNG\ 12} = \frac{100 \cdot par_x}{par_{max}}$$

$$x_{SOR\ CNG\ 12} = \frac{100 \cdot 800}{900}$$

$$x_{SOR\ CNG\ 12} = 89\ bodů$$

Šířka předního dveřního prostoru byla ohodnocena 89 body. Bodové ohodnocení vozidel je vyneseno v grafu (Obr. č. 4.1).



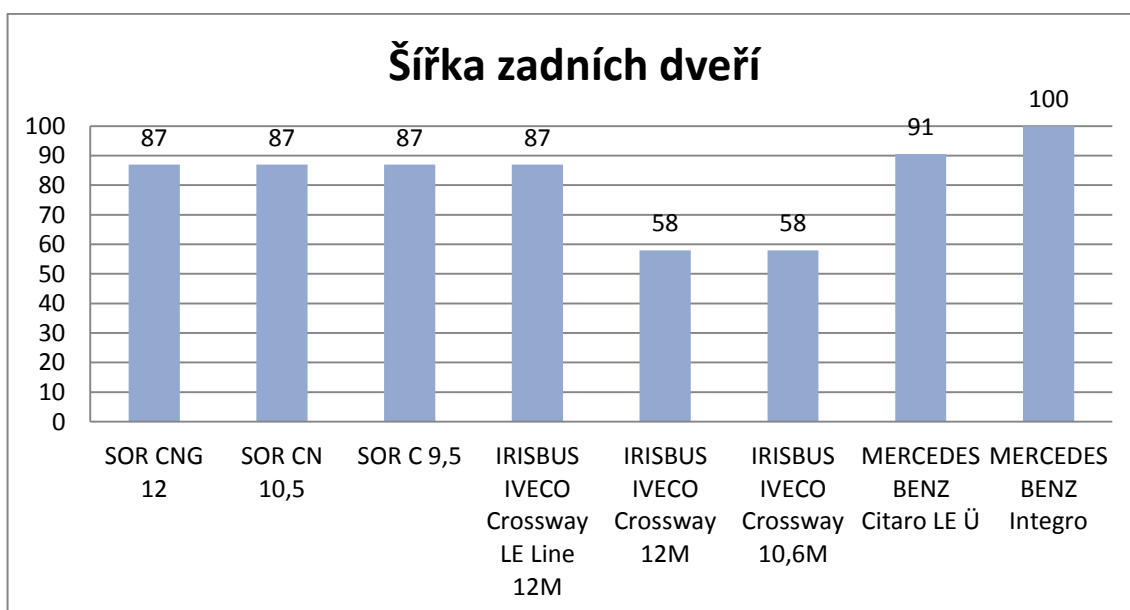
Obr. č. 4.1 – graf bodového ohodnocení – šířka předních dveří

$$x_{SOR\ CNG\ 12} = \frac{100 \cdot par_x}{par_{max}}$$

$$x_{SOR\ CNG\ 12} = \frac{100 \cdot 1200}{1380}$$

$$x_{SOR\ CNG\ 12} = 87 \text{ bodů}$$

Šířka zadního dveřního prostoru byla ohodnocena 87 body. Bodové ohodnocení vozidel je vyneseno v grafu (Obr. č. 4.2).



Obr. č. 4.2 – graf bodového ohodnocení – šířka zadních dveří

Nástupní výška

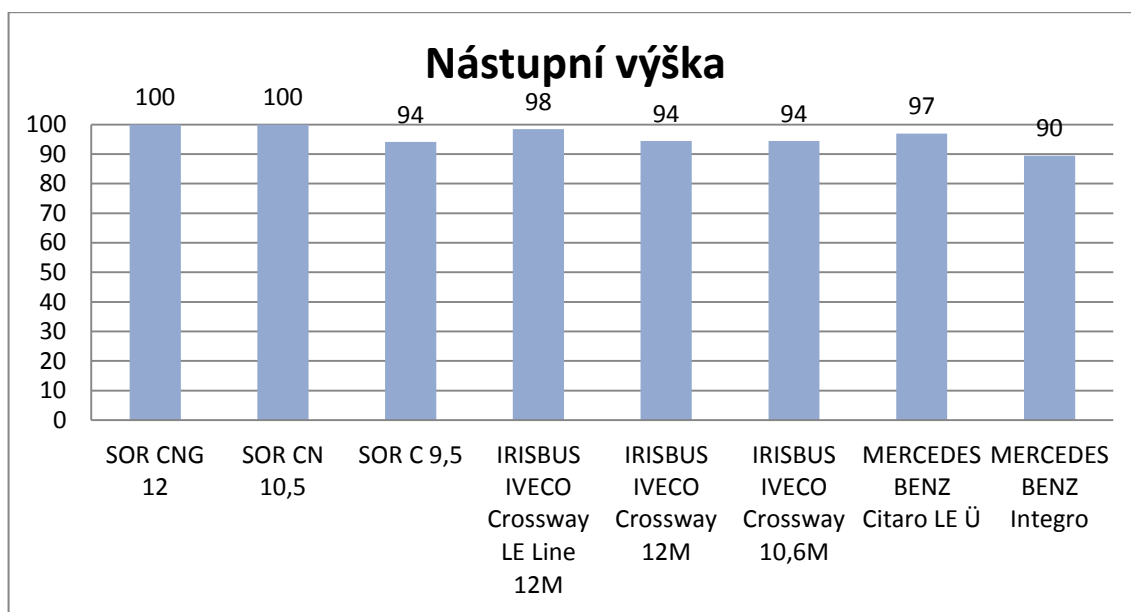
Příklad pro výpočet bodového ohodnocení nástupní výšky je vypočteno podle vztahu (4.2) a je proveden pro autobus SOR C 9,5. Nástupní výška pro tento autobus je 340 mm. K výpočtu je dále třeba znát autobus s nejnižší nástupní výškou. U tohoto parametru jsou nejlépe hodnoceny autobusy SOR CNG 12 a SOR CN 10,5, u kterých je nástupní výška shodná, a to 320 mm.

$$x_{SOR\ C\ 9,5} = \frac{100 \cdot par_{max}}{par_x}$$

$$x_{SOR\ C\ 9,5} = \frac{100 \cdot 320}{340}$$

$$x_{SOR\ C\ 9,5} = 94\ bodů$$

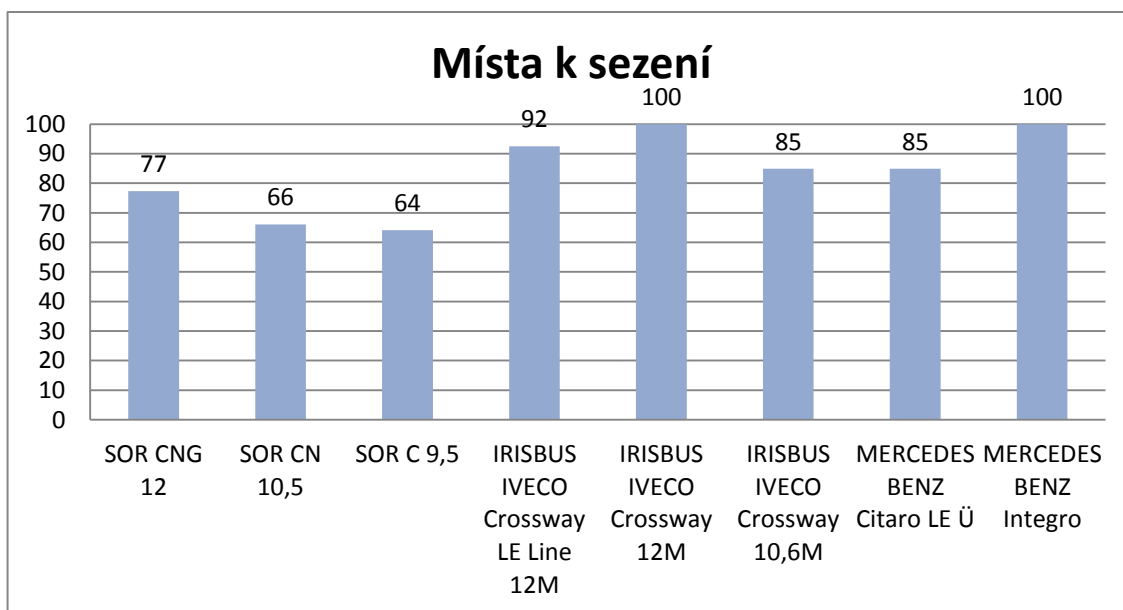
Nástupní výška byla ohodnocena 94 body. Bodové ohodnocení vozidel je vyneseno v grafu (Obr. č. 4.3). Některé autobusy nemají stejnou přední a zadní nástupní výšku. V těchto případech jsou jejich hodnoty zprůměrovány a pak bodově ohodnoceny.



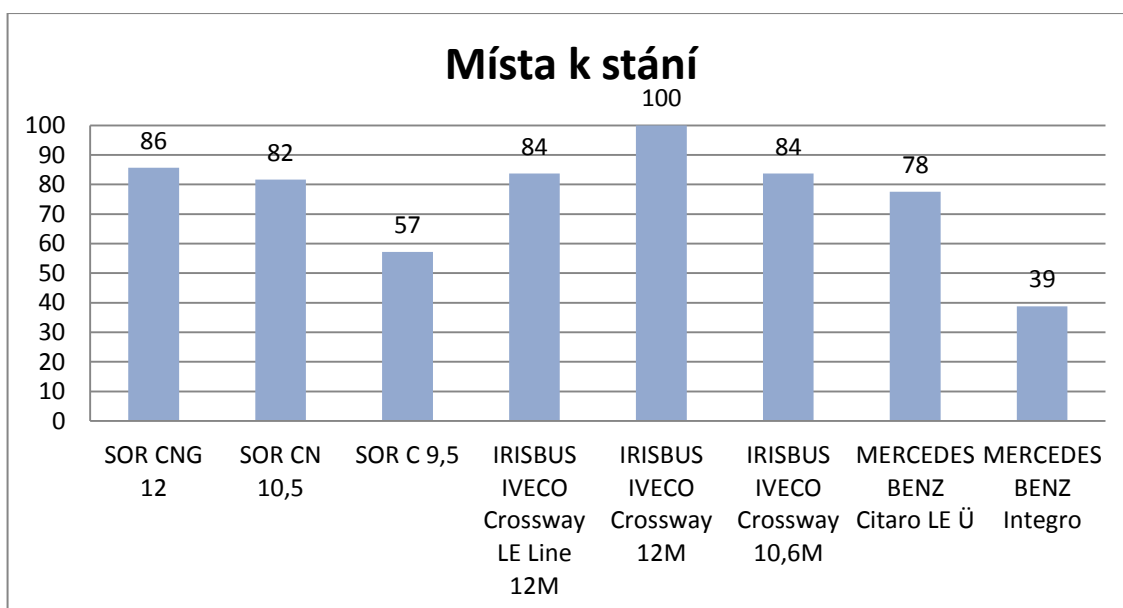
Obr. č. 4.3 - graf bodového ohodnocení – nástupní výška

Obsaditelnost

Bodové hodnocení obsaditelnosti je vypočteno analogicky, jako u šířky dveřního prostoru podle vztahu (4.1). Tento parametr je rozdělen na počet míst k sedění a počet míst k stání. Nejlépe hodnocený autobus je Irisbus Iveco Crossway 12,8M, který má největší počet míst k sedění i k stání. Bodové ohodnocení vozidel je vyneseno v grafu (Obr. č. 4.4 a Obr. č. 4.5).



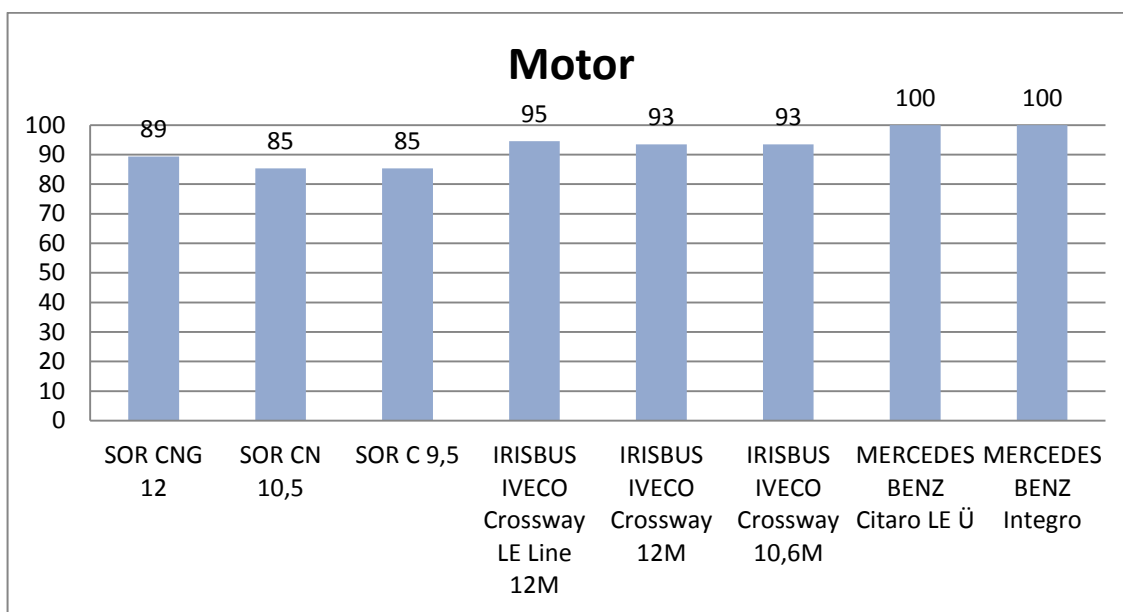
Obr. č. 4.4 - graf bodového ohodnocení – místa k sezení



Obr. č. 4.5 - graf bodového ohodnocení – místa k stání

Motor

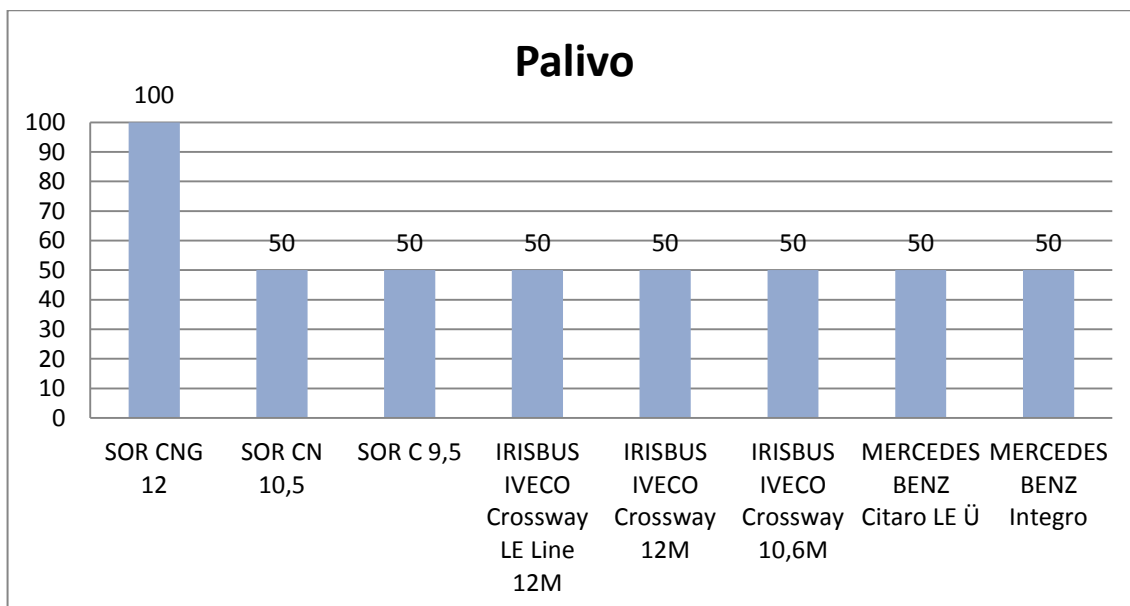
Bodové hodnocení tohoto parametru je vypočteno analogicky, jako u nástupní výšky, podle vztahu (4.2). Nejlépe hodnocené autobusy u tohoto parametru jsou Mercedes Benz Citaro LE Ü A Mercedes Benz Integro. U obou vozidel spadá 69 kg na 1 kW výkonu motoru. Bodové ohodnocení vozidel je vyneseno v grafu (Obr. č. 4.6).



Obr. č. 4.6 - graf bodového ohodnocení - motor

Palivo

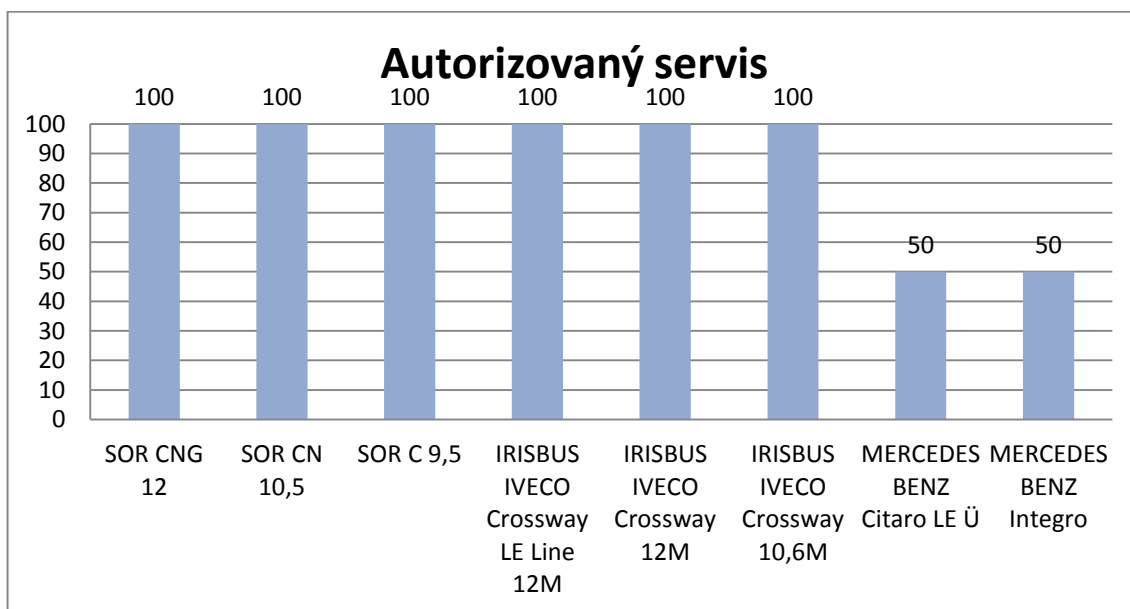
Tento parametr je hodnocen na základě mé rozvahy. Nejlépe hodnoceným autobusem je SOR CNG 12 s pohonem na CNG. Vozidlo získalo nejvyšší počet bodů proto, že v dnešní době je všeobecná snaha o levnější a ekologičtější provoz zaváděním alternativních paliv. Bodové ohodnocení vozidel je vyneseno v grafu (Obr. č. 4.7).



Obr. č. 4.7 - graf bodového ohodnocení - palivo

Autorizovaný servis

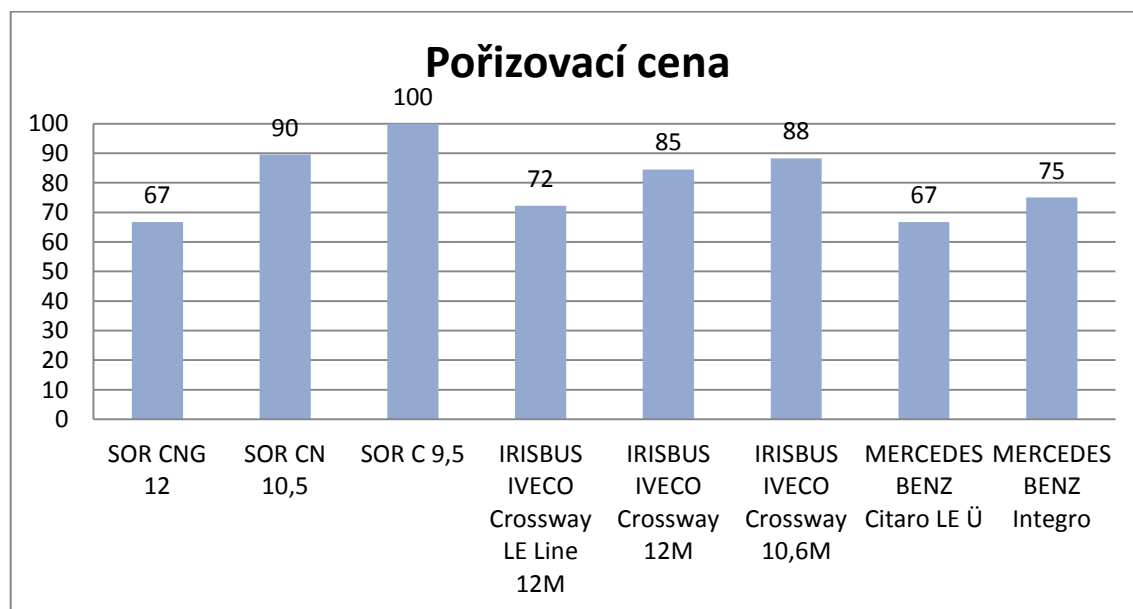
Parametr autorizovaný servis společnosti je hodnocen tak, že vozidla, které lze servisovat ve vlastním autorizovaném servise získávají 100 bodů. Bodové ohodnocení vozidel je vyneseno v grafu (Obr. č. 4.8).



Obr. č. 4.8 – graf bodového ohodnocení – Autorizovaný servis

Pořizovací cena

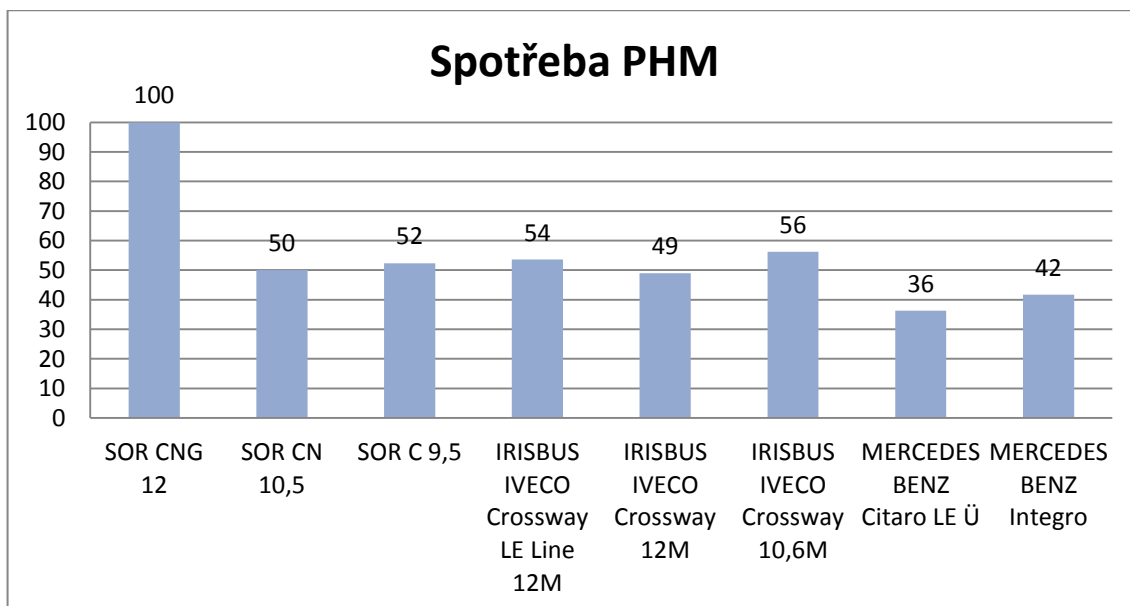
Výpočet pro tento parametr probíhá analogicky, jako u parametrů nástupní výška a motor podle vztahu (4.2). Nejlépe hodnoceným vozidlem je SOR C 9,5 s pořizovací cenou 3 miliony korun. Bodové ohodnocení vozidel je vyneseno v grafu (Obr. č. 4.9).



Obr. č. 4.9 – graf bodového ohodnocení – Pořizovací cena

Spotřeba PHM

Výpočet pro tento parametr je analogický k výpočtu předcházejícímu, dle vztahu (4.2). Nejvyšším počtem bodů byl ohodnocen autobus SOR CNG 12. se spotřebou 24 kg CNG na 100 km. Ekvivalentní spotřeba k porovnání s naftovými vozidly je 11,25 l/100 km. Bodové ohodnocení vozidel je vyneseno v grafu (Obr. č. 4.10)



Obr. č. 4.10 – graf bodového ohodnocení – spotřeba PHM

4.2. Určení vah kritérií

Důležitost bodovaných kritérií se stanovuje určením vah jednotlivých kritérií. Čím větší je váha daného kritéria, tím větší je jeho důležitost a významněji ovlivňuje celkový počet bodů daného vozidla. Celkový počet vah kritérií však nesmí přesáhnout hodnotu 1. Pro určování vah kritérií existuje několik metod, které se od sebe liší zejména ve složitosti výpočtu.

a. Metoda párového porovnání (Fullerova metoda)

U této metody se zjišťují preferenční vztahy dvojic kritérií, kde má hodnotitel za úkol zjistit počet preferencí každého kritéria vzhledem k ostatním kritériím v souboru. Postup určování preferencí je naznačen v tabulce 4.1. V trojúhelníkové matici, nacházející se v pravé horní části tabulky zapisuje hodnotitel preference kritérií tak, že pokud je preferováno kritérium ve sloupci, zapíše jeho číslo do matice. V opačném případě zapíše číslo kritéria v řádku. Poté se sečte počet preferencí f_i a zapíše se do sloupce vedle. Podle tohoto počtu se určí pořadí kritérií p_i v souboru. Pokud mají některá kritéria stejný počet preferencí, tak se přihlíží na jejich vzájemné porovnání a podle toho se pak určí jejich pořadí. Dále se ze vztahu (4.3) vypočítají hodnoty nenormovaných vah kritérií k_i a podle vztahu (4.4) se vypočítají hodnoty normovaných vah kritérií v_i .

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	<i>počet preferencí</i>	<i>pořadí kritéria</i>	<i>nenormovaná váha</i>	<i>normovaná váha</i>
x_1		1	1	1	1	4	1	5	0,33
x_2			3	2	2	2	3	3	0,2
x_3				3	3	3	2	4	0,27
x_4					4	1	4	2	0,13
x_5						0	5	1	0,07
<i>suma:</i>								15	1

Tabulka 4.1 – ukázka výpočtu vah kritérií metodou párového porovnání

Vztah pro nenormovanou váhu kritéria:

$$k_i = n + 1 - p_i \quad (4.3)$$

kde je

k_i – nenormovaná váha kritéria

n – počet kritérií v souboru

p_i – pořadí i-tého kritéria

Vztah pro normovanou váhu kritéria:

$$v_i = \frac{k_i}{\sum_{i=1}^n k_i} \quad (4.4)$$

kde je

k_i – nenormovaná váha kritéria

v_i – normovaná váha kritéria

n – počet kritérií v souboru

b. Saatyho metoda

Prvním krokem hodnotitele je zjištění preferenčních vztahů dvojic kritérií, analogicky jako u metody párového porovnání. Kromě směru se však určuje také velikost preference daného kritéria. Tato velikost je určena počtem bodů ze zvolené bodové stupnice, která je také opatřena deskriptory, uvedené v tabulce 4.2.

<i>bod</i>	<i>deskriptor</i>
1	kritéria jsou rovnocenná
3	kritérium 1 je slabě preferováno před kritériem 2
5	kritérium 1 je silně preferováno před kritériem 2
7	kritérium 1 je velmi silně preferováno před kritériem 2
9	kritérium 1 je absolutně preferováno před kritériem 2

Tabulka 4.2 – bodová stupnice opatřena deskriptory

Při použití hodnot 2, 4, 6, 8 lze dosáhnout jemnějšího rozlišení preferencí dvojic kritérií. Výsledkem prvního kroku je zaplněná horní trojúhelníková (Saatyho) matice S . Další prvky na diagonále a v dolní trojúhelníkové matici se získávají ze vztahů:

$$s_{ii} = 1 \quad \text{pro všechna } i \quad (4.5)$$

$$s_{ji} = \frac{1}{s_{ij}} \quad \text{Pro všechna } i \text{ a } j \quad (4.6)$$

Postup určování preferencí je naznačen v tabulce 4.3. Hodnotitel stanoví velikosti preferencí jednotlivých dvojic kritérií podle bodové stupnice z tabulky 4.2. Pokud shledá kritérium v řádku významnější, než kritérium ve sloupci, zapíše do příslušného pole počet bodů vyjadřujících velikost preference. V opačném případě zapíše obrácenou hodnotu počtu zvolených bodů. Takto hodnotitel postupuje, až do zaplnění Saatyho matice. Poté podle vztahů (4.5) a (4.6) doplní volná pole na diagonále a v dolní trojúhelníkové matici.

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	<i>součin preferencí</i>	<i>geometrický průměr</i>	<i>normovaná váha</i>
x_1	1	3	1/5	1/7	5	15/35	0,84	0,13
x_2	1/3	1	1/3	5	3	15/9	1,1	0,16
x_3	5	3	1	7	5	525	3,5	0,52
x_4	7	1/5	1/7	1	3	21/35	0,9	0,14
x_5	1/5	1/3	1/5	1/3	1	1/225	0,34	0,05
						<i>suma:</i>	6,68	1

Tabulka 4.3 – ukázka Saatyho metody výpočtu vah kritérií

Vztah pro normovanou váhu kritéria:

$$v_i = \frac{R_i}{\sum_{i=1}^9 R_i} \quad (4.7)$$

$$R_i = (s_i)^{1/9} \quad (4.8)$$

$$s_i = \prod_{j=1}^9 s_{ij} \quad (4.9)$$

kde je

v_i – normovaná váha kritéria

R_i – geometrický průměr

s_i – součin hodnot preferencí s_{i1} až s_{i9}

c. Metoda stanovení preferenčního pořadí

U této metody hodnotitel postupuje tak, že přímo určuje pořadí významnosti kritérií od nejvýznamnějšího po nejméně významné. K výpočtu nenormované váhy se uplatní vztah (4.3) a pro výpočet normované váhy vztah (4.4)

d. Metoda alokace 100 bodů

Při použití této metody má hodnotitel k dispozici 100 bodů, které musí rozdělit mezi jednotlivá kritéria s ohledem na jejich významnost. Počet přidělených bodů každému kritériu znamená míru váhy významnosti. Obdobně jako u předchozí metody se pro výpočet nenormované a normované váhy uplatní vztah (4.3) a (4.4). [22]

Ve své práci jsem použil dvě metody hodnocení kritérií, a to metodu párového porovnání a Saatyho metodu. Obě metody jsou řešeny v tabulce 4.4 a 4.5

Metoda párového porovnání

	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	f _i	p _i	k _i	v _i
x ₁		2	1	4	1	1	7	1	9	10	4	7	4	0,073
x ₂			3	4	2	2	7	2	9	10	4	6	5	0,091
x ₃				4	3	3	3	3	9	10	5	4	7	0,127
x ₄					4	4	4	4	9	4	8	2	9	0,164
x ₅						5	7	5	9	10	2	8	3	0,055
x ₆							7	6	9	10	1	9	2	0,036
x ₇								7	9	10	5	5	6	0,109
x ₈									9	10	0	10	1	0,018
x ₉										9	9	1	10	0,182
x ₁₀											7	3	8	0,145
											suma:	55	1	

Tabulka č. 4.4 – Metoda párového porovnání

Příklady výpočtů pro první řádek:

$$f_i = 4, p_i = 7$$

podle vztahu (4.3), $k_i = 10 + 1 - 7 = 4$

$$\sum_{i=1}^{10} k_i = 55$$

podle vztahu (4.4), $v_i = \frac{4}{55} = 0,073$

kde je

f_i – počet preferencí

p_i – pořadí i-tého kritéria

k_i – nenormovaná váha kritéria

v_i – normovaná váha kritéria

n – počet kritérií v souboru

Saatyho metoda

s_{ij}	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	s_i	R_i	v_i	p_i
x_1	1	1/3	3	1/7	3	5	1/5	5	1/7	1/7	0,04	0,7	0,044	7
x_2	3	1	1/3	1/7	3	5	1/5	5	1/5	1/5	0,09	0,8	0,047	6
x_3	1/3	3	1	1/5	5	7	3	7	1/5	1/5	5,88	1,2	0,072	5
x_4	7	7	5	1	7	9	3	9	1/3	3	416745	3,6	0,220	2
x_5	1/3	1/3	1/5	1/7	1	3	1/5	5	1/9	1/9	1,18E-04	0,4	0,024	8
x_6	1/5	1/5	1/7	1/9	1/3	1	1/7	3	1/9	1/9	1,12E-06	0,3	0,015	9
x_7	5	5	1/3	1/3	5	7	1	7	1/7	1/7	13,89	1,3	0,079	4
x_8	1/5	1/5	1/7	1/9	1/5	1/3	1/7	1	1/9	1/9	7,47E-08	0,2	0,012	10
x_9	7	5	5	3	9	9	7	9	1	3	8,04E+06	4,9	0,296	1
x_{10}	7	5	5	1/3	9	9	7	9	1/3	1	9,92E+04	3,2	0,191	3
suma:												16,6	1	

Tabulka č. 4.5 – Saatyho metoda

Příklady výpočtů pro první řádek:

podle vztahu (4.9), $s_i = \frac{1}{3} \cdot 3 \cdot \frac{1}{7} \cdot 3 \cdot 5 \cdot \frac{1}{5} \cdot 5 \cdot \frac{1}{7} \cdot \frac{1}{7} = 0,04$

podle vztahu (4.8), $R_i = (0,04)^{1/10} = 0,7$

$$\sum_{i=1}^{10} R_i = 16,6$$

podle vztahu (4.7), $v_i = \frac{0,7}{16,6} = 0,044$

kde je

s_i – součin hodnot s_{i1} až s_{i9}

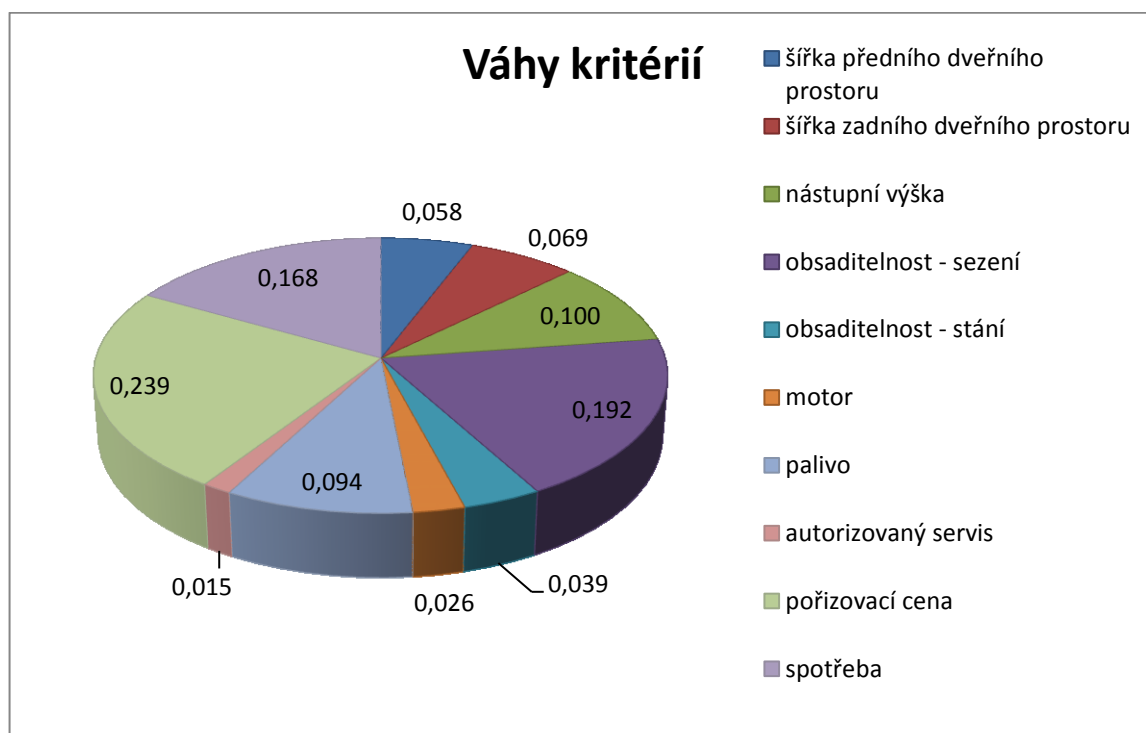
R_i – geometrický průměr

v_i – normovaná váha kritéria

Výsledná váha kritérií byla určena průměrnou hodnotou výsledků dvou předcházejících metod. Tyto výsledky jsou zobrazeny v tabulce 4.6.

Metoda párového porovnání	Saatyho metoda	Výsledná váha kritérií
0,073	0,044	0,058
0,091	0,047	0,069
0,127	0,072	0,100
0,164	0,220	0,192
0,055	0,024	0,039
0,036	0,015	0,026
0,109	0,079	0,094
0,018	0,012	0,015
0,182	0,296	0,239
0,145	0,191	0,168

Tabulka č. 4.6 – výsledné váhy kritérií



Obr. č. 4.11 – graf - Váhy kritérií

5. Vyhodnocení a výběr vhodného vozidla pro příměstskou autobusovou dopravu

Vyhodnocení vybraných parametrů je naznačeno v tabulce 5.1, 5.2 a 5.3. Podle vztahu (5.1) se vypočítá suma vážených bodů všech parametrů, ze kterého vychází jako vítězné vozidlo SOR CNG 12 s celkovým počtem 85,3 bodů. Toto vozidlo má nejlépe hodnocené parametry nástupní výška, palivo, autorizovaný servis a spotřeba ze všech vozidel ve výběru.

$$H^j = \sum_{i=1}^n v_i \cdot h_i^j \quad (5.1)$$

kde je

H^j – suma vážených bodů j-tého vozidla

v_i – váha i-tého kritéria

h_i^j – počet bodů i-tého kritéria

Vozidlo představuje pro provozovatele i cestující ekonomickou, ekologickou i bezpečnou variantu dopravy. Při nákupu vozidla na CNG je možné získat dotace až 200 000 korun od plynárenských společností, dále také od ministerstva dopravy v rámci programu obnovy vozidel veřejné autobusové dopravy. Další dotace lze získat také v rámci výzev na nákup a modernizace ekologických dopravních prostředků z jednotlivých regionálních operačních programů

Vozidlo je díky pohonu na CNG úsporné z hlediska snížení nákladů na PHM, a to až o 35 %, má také vyšší životnost a pevnější konstrukci, je také tišší, což je přínosné zejména v městských aglomeracích. [23]

Vítězné vozidlo může být náhradou za stávající modely CN 12, která má společnost ve svém vozovém parku, zvláště pak nejstarší dvě vozidla tohoto typu, která jsou vyrobena v roce 2004. Další vozidla jsou vyrobena v roce 2008 (dva vozy), 2009 (tři vozidla) a v roce 2010 (2 vozidla). Seznam celého vozového parku společnosti je uveden v příloze 2.

Toto vozidlo doporučuji nasadit na linky, na kterých již jezdí, z hlediska karoserie podobné vozidla, a to SOR CN 12. Jsou to linky:

900075 z Ostravy, Poruby přes Děhylov do Hlučína
 900231 z Vítkova, přes Bílovec do Ostravy
 900235 z Vítkova, přes Vítkov – Klokočov do Klokočůvek
 900254 z Opavy, přes Bolatice do Bělé, 900263
 900263 z Opavy, přes Pustou Polom do Bílovce
 900271 z Opavy, přes Hrabyni do Ostravy
 900272 z Krnova, přes Opavu do Ostravy Poruby
 900275 z Opavy, přes Dolní Benešov do Hlučína

Na těchto linkách jsou spoje garantovány v jízdním řádu pro přepravu invalidních vozíků. Podrobné trasy těchto linek jsou uvedeny v příloze 3.

		váha kritéria		SOR CNG 12	SOR CN 10,5	SOR C 9,5
šířka dveřního prostoru	přední	0,058	vážené body	5,2	5,2	5,2
	zadní	0,069	vážené body	6,0	6,0	6,0
nástupní výška		0,100	vážené body	10,0	10,0	9,4
obsaditelnost	sezení	0,192	vážené body	14,8	12,7	12,3
	stání	0,039	vážené body	3,4	3,2	2,3
motor		0,026	vážené body	2,3	2,2	2,2
palivo		0,094	vážené body	9,4	4,7	4,7
Autorizovaný servis		0,015	vážené body	1,5	1,5	1,5
pořizovací cena		0,239	vážené body	15,9	21,4	23,9
spotřeba		0,168	vážené body	16,8	8,4	8,8
suma bodů				85,3	75,2	76,2
pořadí				1	7	5

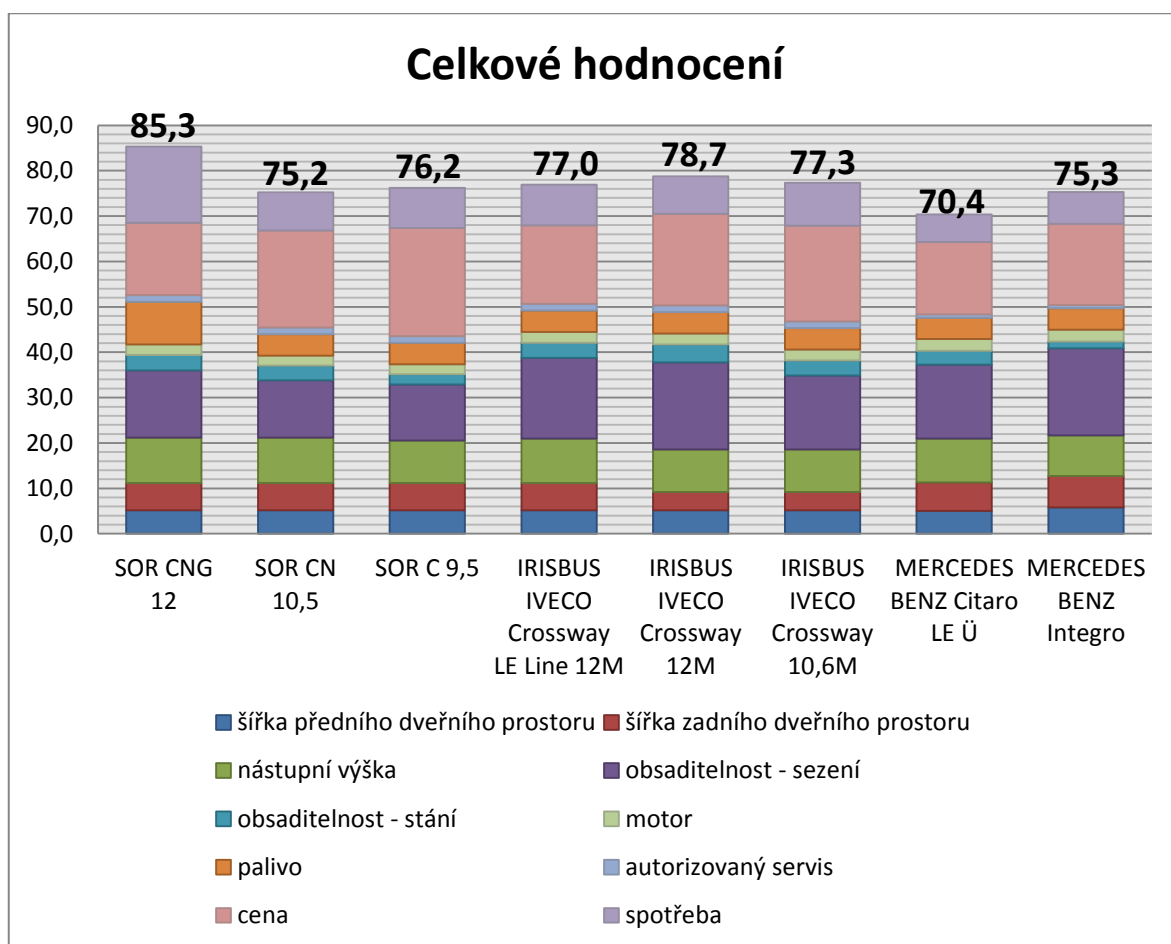
Tabulka č. 5.1 – celkové hodnocení vozidel – SOR

		váha kritéria		IRISBUS IVECO Crossway LE Line 12M	IRISBUS IVECO Crossway 12M	IRISBUS IVECO Crossway 10,6M
šířka dveřního prostoru	přední	0,058	vážené body	5,2	5,2	5,2
	zadní	0,069	vážené body	6,0	4,0	4,0
nástupní výška		0,100	vážené body	9,8	9,4	9,4
obsaditelnost	sezení	0,192	vážené body	17,7	19,2	16,3
	stání	0,039	vážené body	3,3	3,9	3,3
motor		0,026	vážené body	2,4	2,4	2,4
palivo		0,094	vážené body	4,7	4,7	4,7
Autorizovaný servis		0,015	vážené body	1,5	1,5	1,5
pořizovací cena		0,239	vážené body	17,3	20,2	21,1
spotřeba		0,168	vážené body	9,0	8,2	9,5
			suma bodů	77,0	78,7	77,3
			pořadí	4	2	3

Tabulka č. 5.2 – celkové hodnocení vozidel – Irisbus Iveco

		váha kritéria		MERCEDES BENZ Citaro LE Ü	MERCEDES BENZ Integro
šířka dveřního prostoru	přední	0,058	vážené body	5,1	5,8
	zadní	0,069	vážené body	6,3	6,9
nástupní výška		0,100	vážené body	9,7	8,9
obsaditelnost	sezení	0,192	vážené body	16,3	19,2
	stání	0,039	vážené body	3,1	1,5
motor		0,026	vážené body	2,6	2,6
palivo		0,094	vážené body	4,7	4,7
Autorizovaný servis		0,015	vážené body	0,7	0,7
pořizovací cena		0,239	vážené body	15,9	17,9
spotřeba		0,168	vážené body	6,1	7,0
			suma bodů	70,4	75,3
			pořadí	8	6

Tabulka č. 5.3 – celkové hodnocení vozidel – Mercedes Benz



Obr. č. 5.1 – graf celkového hodnocení vozidel

SWOT analýza vybraného vozidla

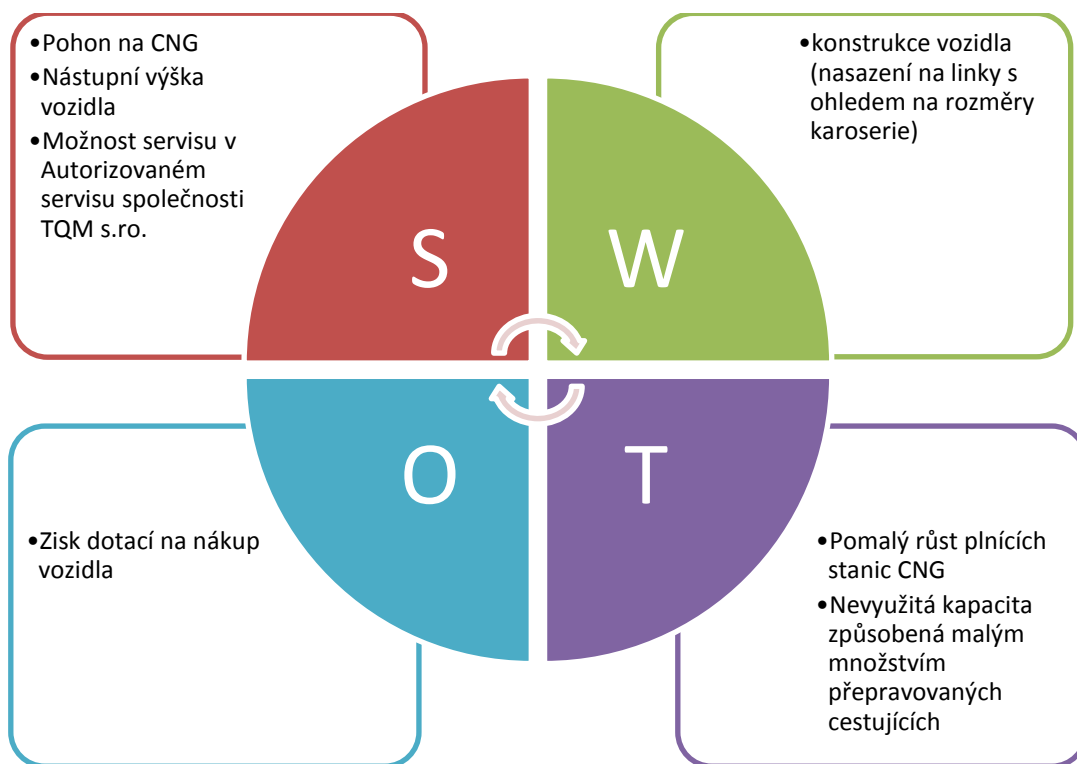
SWOT analýza je metoda, pomocí které lze identifikovat silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby zkoumaného objektu či jevu. [24]

Mezi silné stránky autobusu jsem zařadil fakt, že vozidlo má pohon na CNG, dále také jeho nástupní výšku a také možnost servisu v autorizovaném servisu společnosti TQM s.r.o..

Jako slabé stránky vozidla jsem volil jeho konstrukci, konkrétně tedy délku a světlou výšku vozidla, jelikož je to nízkopodlažní autobus. Důvodem byl možný problém se zařazením na všechny příměstské linky dopravce, protože v oblasti provozu společnosti se nachází dopravní cesty, které nemusí vyhovovat provozu tohoto typu autobusu a hodí se na ně spíše kratší vozidla s vyšší světlou výškou.

Mezi příležitosti tohoto vozidla patří zisk dotací na nákup vozidla, o kterých jsem se již zmiňoval výše v této kapitole.

Jako hrozba z hlediska vnějších faktorů je pomalý růst plnicích stanic a také nevyužitá kapacita způsobená malým počtem přepravovaných cestujících.



6. Závěr

Cílem mé práce bylo na základě porovnání vybraných parametrů autobusů provést výběr vhodného vozidla pro příměstskou autobusovou dopravu.

V prvním kroku práce jsem se věnoval analýze typů autobusů pro příměstskou autobusovou dopravu. Zde jsem vybral tři značky autobusů, z nichž dvě jsou značky tuzemské, a to SOR a Irisbus Iveco a dále jednu zahraniční značku, Mercedes Benz. Dále jsem z těchto značek vybral typy autobusů. Od výrobce značky SOR jsem vybral typy SOR CNG 12, SOR CN 10,5 a SOR C 9,5. Od výrobce značky Irisbus Iveco jsem vybral typy Irisbus Iveco Crossway LE Line 12M, Irisbus Iveco Crossway 12M a Irisbus Iveco Crossway 10,6M. Výrobce vozidel Mercedes Benz má ve výběru dva typy vozidel, a to Mercedes Benz Citaro LE Ú a Mercedes Benz Integro.

Dále jsem se ve své práci věnoval určení parametrů vozidel k porovnání. Mezi tyto parametry jsem vybral šířku předního dveřního prostoru a šířku zadního dveřního prostoru, protože tyto parametry jsou důležité k rychlé výměně cestujících ve vozidle na zastávce. Dále jsem vybral nástupní výšku vozidla. Tento parametr je důležitý z hlediska pohodlí cestujících, zejména osob se sníženou pohyblivostí a cestujících s kočárky, a také z důvodů rychlosti výměny cestujících na zastávce. Dalším parametrem je počet míst k sezení a počet míst k stání. Ty jsou důležité z hlediska možnosti přepravy určitého počtu cestujících. Poměr maximální přípustné hmotnosti vozidla na 1 kW výkonu motoru (tento parametr je nazvaný motor) jsem vybral proto, že ukazuje, jak výkonný motor má vozidlo. Parametr palivo jsem vybral z důvodů ukazujících na ekologický a ekonomický provoz vozidla, jelikož v dnešní době je vzrůstající počet vozidel s pohonem na alternativní paliva. Posledním parametrem je autorizovaný servis společnosti pro motor a autobus. Vybíral jsem jej z důvodů, že některá vozidla mají možnost být servisována ve vlastním servisu společnosti.

V další kapitole práce se věnuji samotnému porovnání parametrů vozidel. V prvním kroku jsem ohodnotil parametry vozidel metodou bodovací, jelikož se vyznačuje tím, že ji lze uplatnit pro hodnocení kvantitativních i kvalitativních kritérií a také pro parametry, které se vyznačují různými jednotkami. Všechny parametry byly hodnoceny bodovací stupnicí 0 až 100, kde 100 bodů získalo vozidlo s nejlepším parametrem v právě hodnocené skupině parametrů vozidel. Zbytek vozidel byl ohodnocen počtem bodů, které

byly vypočteny dle vztahů (4.1) a (4.2). V druhém kroku porovnání jsem určil váhy jednotlivých kritérií. Tento krok je důležitý z hlediska určení důležitosti jednotlivých parametrů. Metody pro výběr váhy kritérií jsem vybral dvě, a to metodu párového porovnání a Saatyho metodu. Výsledky těchto dvou metod jsem poté zprůměroval a určil tak výsledné váhy kritérií.

Jako poslední krok mé práce je vyhodnocení a výběr vhodného vozidla pro příměstskou autobusovou dopravu. Zde jsem postupoval tak, že z předchozí kapitoly jsem použil bodové ohodnocení vozidel a výsledné váhy kritérií a podle vztahu (5.1) jsem získal vážené body jednotlivých kritérií, které jsem nakonec sečetl a získal tak sumu bodů, podle kterých jsem určil vítězné vozidlo. Dále jsem udělal návrh, které vozidlo by mohlo vítězný typ autobusu nahradit, z důvodů staršího data výroby. Provedl jsem také návrh na nasazení vozidla na linky, které již obsluhují vozidla s podobnými rozměry karoserie. Schéma těchto linek je v příloze 3. Dále jsem pro toto vozidlo provedl SWOT analýzu, abych mohl poukázat, jaké jsou silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby pro toto vozidlo.

Poděkování

Tímto způsobem bych chtěl poděkovat vedoucí bakalářské práce, paní doc. Ing. Ivaně Olivkové za poskytnuté rady a konzultace. Dále bych chtěl pak poděkovat panu Ing. Lubomíru Cabadaji, řediteli osobní dopravy TQM s.r.o. a panu Ing. Jiřímu Kolínskému, vedoucímu provozu marketingu služeb TQM s.r.o., za poskytnutí podkladů a informací týkajících se bakalářské práce.

Literatura

- [1] Folprecht, J., Křivda, V., Fric, J., Olivková, I. Městská hromadná doprava (vybrané statě). Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava. 1. vyd. Ostrava. 2005. 124 s. ISBN 80-248-0769-6.
- [2] TQM s.r.o. O nás. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupný z URL:
<http://www.tqm.cz/cs/o-nas>
- [3] SOR Lichvaby a.s.. Představení společnosti. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupný z URL: <http://www.sor.cz/site/predstaveni-spolecnosti>
- [4] SOR Lichvaby a.s. SOR CNG 12. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupný z URL?
<http://www.sor.cz/site/mezimestsky-autobus-sor-cng-12>
- [5] SOR Lichvaby a.s. SOR CNG 12. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupný z URL:
<http://www.sor.cz/site/download/CN12-CNG12-1274675588.pdf>
- [6] SOR Lichvaby a.s. SOR CN 10,5. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupný z URL:
<http://www.sor.cz/site/mezimestsky-autobus-sor-cn-105>
- [7] SOR Lichvaby a.s. SOR CN 10,5. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupný z URL:
<http://www.sor.cz/site/download/CN10-5-1274675540.pdf>
- [8] SOR Lichvaby a.s. SOR C 9,5. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupný z URL:
<http://www.sor.cz/site/mezimestsky-autobus-sor-c-95>
- [9] SOR Lichvaby a.s. SOR C 9,5. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupný z URL:
<http://www.sor.cz/site/download/C-9-5-1274675365.pdf>
- [10] Irisbus. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupný z URL:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Irisbus>
- [11] Meziměstské autobusy Irisbus Iveco. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupný z URL:
<http://www.tezas.cz/autobusy-iveco-mezimestske>
- [12] Meziměstský autobus Crossway LE Line 12M/ 12,8M. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupný z URL: <http://www.tezas.cz/files/tl-crosswayle-line.pdf>
- [13] Meziměstský autokar Crossway 12 / 12,8M. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupný z URL: <http://www.tezas.cz/files/crossway12.pdf>
- [14] Meziměstský autokar Crossway 10,6 M. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupný z URL:
<http://www.tezas.cz/files/crossway106.pdf>
- [15] Mercedes-Benz. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupný z URL:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Mercedes-Benz>

- [16] Mercedes-Benz Česká republika s.r.o.. První dojmy. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupný z URL: http://www.mercedes-benz.cz/content/czechia/mpc/mpc_czechia_website/czng/home_mpc/bus/home/new_buses/models/rural_service_buses/citaro_ue_2_0/fascination/impressions.flash.html
- [17] Mercedes-Benz Česká republika s.r.o.. Technické údaje Citaro LE Ů. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupný z URL: http://www.mercedes-benz.cz/content/czechia/mpc/mpc_czechia_website/czng/home_mpc/bus/home/new_buses/models/rural_service_buses/citaro_ue_2_0/facts/technical_data.html
- [18] Mercedes-Benz Integro a CapaCity. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupný z URL: <http://www.busportal.cz/modules.php?name=article&sid=1539>
- [19] Mercedes-Benz Česká republika s.r.o.. Technické údaje Integro. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupný z URL: http://www.mercedes-benz.cz/content/czechia/mpc/mpc_czechia_website/czng/home_mpc/bus/home/new_buses/models/rural_service_buses/integro_2_0/facts/technical_data.html
- [20] Surovec, P. Provoz a ekonomika silniční dopravy I. Ostrava: VŠB-TU Ostrava. 2000. ISBN – 80-7078-735-X
- [21] Kneeling. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupný z URL: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Kneeling>
- [22] OLIVKOVÁ, I. *Hodnocení kvality městské hromadné dopravy*. Ostrava, 2000. Disertační práce na Strojní fakultě Vysoké školy Báňské – Technické Univerzity Ostrava.
- [23] Čistá veřejná doprava – CNG autobusy. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupný z URL: <http://www.cng.cz/cs/237-589/>
- [24] SWOT. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupný z URL: <http://cs.wikipedia.org/wiki/SWOT>

Seznam příloh

Příloha 1 Tabulky parametrů vozidel

Příloha 2 Vozový park společnosti TQM s.r.o.

Příloha 3 Schéma linek